

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-241097

(43)Date of publication of application : 30.08.1994

(51)Int.Cl.

F02D 41/18  
F02D 13/02

(21)Application number : 05-027917

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 17.02.1993

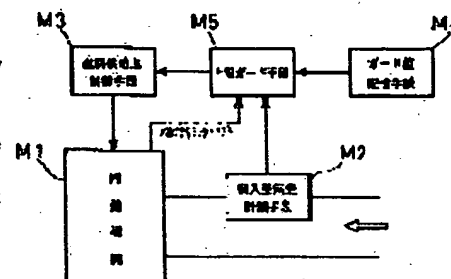
(72)Inventor : KAJI TAKASHI  
SUZUKI ATSUSHI

## (54) AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To enhance the control accuracy by judging the current control region of the valve timing and/or valve lift, selecting the corresponding upper limit guard value, and restricting the measured intake air amount or control fuel supply amount in conformity to the upper limit guard value.

**CONSTITUTION:** The valve timing and/or valve lift is controlled in accordance with the operating condition of an internal combustion engine M1. The fuel supply amount to the engine M1 is controlled by a fuel supply amount control means M3 on the basis of the measuring result given by an intake air amount measuring means M2. Therein the upper limit guard values are stored by a guard value memory means M4 in each pre-divided control region of the valve timing and/or lift. An upper limit guard means M5 judges the current control region of the valve timing and/or lift and selects the corresponding upper limit guard value, and also restricts the measured intake air amount or control fuel supply amount in accordance with the upper limit guard value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 01.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3216299

[Date of registration] 03.08.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-241097

(43) 公開日 平成6年(1994)8月30日

(51) Int. Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
F02D 41/18		B 8011-3G		
13/02		G 7049-3G		

審査請求 未請求 請求項の数1 OL (全6頁)

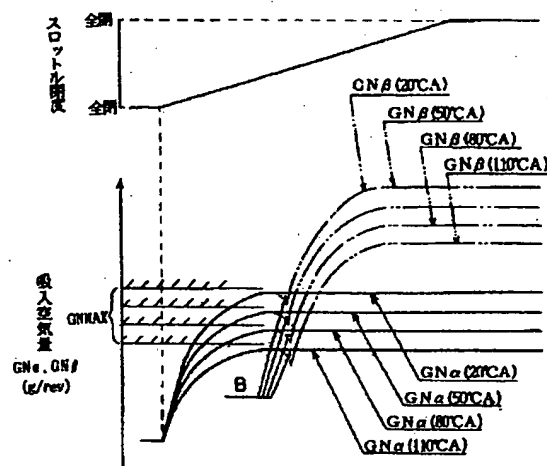
(21) 出願番号	特願平5-27917	(71) 出願人	000004260 日本電装株式会社 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地
(22) 出願日	平成5年(1993)2月17日	(72) 発明者	梶 恭士 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 淳志 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電装株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 樋口 武尚

(54) 【発明の名称】 内燃機関の空燃比制御装置

(57) 【要約】

【目的】 吸気タイミングに応じた適切な上限ガード値を設定して、高精度の空燃比制御を実現する。

【構成】 VVTにて制御された4段階の吸気タイミング毎に上限ガード値GNMAXを記憶し、現在の吸気タイミングに応じて上限ガード値GNMAXを算出して、熱式AFMにて計測された計測空気量GN $\beta$ を上限ガード値GNMAXにより制限するため、吸気タイミングの変更に伴い内燃機関1の充填効率が変化して実際の吸入空気量GN $\alpha$ の最大値が増減したときには、それに応じた適切な上限ガード値GNMAXが設定されて、常に正確な計測空気量GN $\beta$ を得ることが可能である。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の運転状態に応じてバルブタイミング及び/またはバルブリフトを制御するとともに、吸入空気量計測手段にて計測した吸入空気量に基づいて燃料供給量制御手段により内燃機関への燃料供給量を制御する内燃機関の制御装置において、

前記バルブタイミング及び/またはバルブリフトの予め区分された制御領域毎に上限ガード値を記憶するガード値記憶手段と、

前記バルブタイミング及び/またはバルブリフトの現在の制御領域を判定して対応する上限ガード値を選択し、前記吸入空気量計測手段にて計測される吸入空気量または燃料供給量制御手段にて制御される燃料供給量を上限ガード値により制限する上限ガード手段とを具備することを特徴とする内燃機関の空燃比制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、熱線式エアフローメータ（以下、単に「熱式AFM」という）等により計測された内燃機関の吸入空気量に基づいて燃料供給量を制御する内燃機関の空燃比制御装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 内燃機関の吸入空気量を計測するセンサの一つとして、吸気通路に熱線を設けて通電し、吸入空気中で熱線が冷却されたときの抵抗値変化に基づいて吸入空気量を算出する熱式AFMを挙げることができる。この熱式AFMでは原理上、吸入空気の流れと逆流が判別できないため、逆流が発生したときに吸入空気量を過大計測する場合があった。

【0003】 図6は従来の内燃機関の空燃比制御装置のスロットル開度に対する1回転当たりの吸入空気量の特性を示す説明図である。

【0004】 即ち、図に実線で示すように、内燃機関の1回転当たりの吸入空気量 $GN\alpha$ はスロットルバルブの小開度領域で急激に増加し、それ以上の領域では一定値を保つ特性を有する。ここで、周知のように吸入空気は脈動しながら機関に供給されており、スロットル開度がある程度大きくなると、脈動振幅が増大して吸入空気の逆流が生じることがある。このときの逆流を熱式AFMでは正流と同様に計測してしまうため、図に二点鎖線で示すように、計測空気量 $GN\beta$ は実際の吸入空気量 $GN\alpha$ に比較して増大してしまい、その計測空気量 $GN\beta$ に基づき過大な燃料供給量が算出されて、空燃比がリッチ側に乱れる場合があった（図にAで示す領域）。

【0005】 図7は従来の内燃機関の空燃比制御装置の上限ガード値を算出するためのマップを示す説明図である。

【0006】 そこで、従来は図6及び図7に示すように、予め求めた実際の吸入空気量 $GN\alpha$ の最大値より若干大きな値として、機関の回転域毎に上限ガード値 $GN$

MAXを設定し、計測空気量 $GN\beta$ が上限ガード値 $GNMAX$ を越えたときには逆流による過大計測であると見做して、計測空気量 $GN\beta$ を上限ガード値 $GNMAX$ に制限する処理を実施していた。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、近年、内燃機関の高出力化や中低速トルクの向上及びアイドルの安定化を目的として、可変バルブタイミングシステム（以下、単に「VVT」という）等のように機関のバルブタイミングやバルブリフトを制御する技術が実用化されている。

【0008】 図8は従来の内燃機関の空燃比制御装置のVVTによる吸気タイミングの制御状態を示すタイムチャートである。

【0009】 前記したVVTでは機関回転数や負荷状態等に応じてクランクシャフトに対する吸気側カムシャフトの位相を変更し、吸気タイミング（吸気バルブの開閉タイミング）を制御している。例えば、機関の高回転域では、図の左側に示すように吸気タイミングをABDC $20^{\circ}$ CA（以下、全て吸気バルブの開時期で表す）まで進角させ、吸気と排気のオーバーラップを最大として高出力化を計る。また、アイドルを含めた低回転域では、図の右側に示すようにABDC $110^{\circ}$ CAまで遅角し、オーバーラップさせずに中低速トルクの向上やアイドルの安定化を計る。更に、中間の回転域では図の中央に示すようにABDC $40^{\circ}$ CAに制御する。

【0010】 しかしながら、VVTにより吸気タイミングを変更すると吸入空気の充填効率が変化するため、図6における実際の吸入空気量 $GN\alpha$ の最大値も増減することになる。したがって、吸気タイミングの制御状態によっては上限ガード値 $GNMAX$ が不適切となって、計測空気量 $GN\beta$ の過大計測を防止しきれなかったり、逆に計測空気量 $GN\beta$ を過剰に制限してしまうという不具合があった。

【0011】 そこで、本発明は、吸気タイミング等が変更された場合であっても適切な上限ガード値を設定して、高精度の空燃比制御を実現することができる内燃機関の空燃比制御装置の提供を課題とするものである。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明にかかる内燃機関の空燃比制御装置は、図1に示すように、内燃機関M1の運転状態に応じてバルブタイミング及び/またはバルブリフトを制御するとともに、吸入空気量計測手段M2にて計測した吸入空気量に基づいて燃料供給量制御手段M3により内燃機関M1への燃料供給量を制御する内燃機関の制御装置において、前記バルブタイミング及び/またはバルブリフトの予め区分された制御領域毎に上限ガード値を記憶するガード値記憶手段M4と、前記バルブタイミング及び/またはバルブリフトの現在の制御領域を判定して対応する上限ガード値を選択し、前記吸入

空気量計測手段M2にて計測される吸入空気量または燃料供給量制御手段M3にて制御される燃料供給量を上限ガード値により制限する上限ガード手段M5とを具備するものである。

【0013】

【作用】本発明においては、バルブタイミングやバルブリフトの現在の制御領域に応じて、上限ガード手段M5によりガード値記憶手段M4から上限ガード値が選択され、その上限ガード値によって吸入空気量計測手段M2の吸入空気量或いは燃料供給量制御手段M3の燃料供給量が制限されて、吸入空気の逆流による吸入空気量計測手段M2の過大計測が防止される。

【0014】そして、このようにバルブタイミングやバルブリフトの制御領域に応じて上限ガード値が選択されるため、バルブタイミングやバルブリフトの変更に伴い内燃機関M1の充填効率が変化して吸入空気量の最大値が増減したときには、それに応じた適切な上限ガード値が設定されて、常に正確な吸入空気量や燃料供給量を得ることが可能である。

【0015】

【実施例】以下、本発明の実施例の内燃機関の空燃比制御装置について説明する。

【0016】図2は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置を示す全体構成図である。

【0017】図に示すように、本実施例の内燃機関1は、吸気側及び排気側の一対のカムシャフト2a、2bを備えたダブルオーバーヘッドカムシャフト(DOHC)式機関として構成されている。内燃機関1の吸気通路3は吸気バルブ4aを介して燃焼室5と連通し、上流側よりエアクリーナ6、吸入空気量を計測する熱式AFM7、吸入空気量を調整するスロットルバルブ8、吸入空気中に燃料を噴射する燃料噴射弁(インジェクタ)9が設けられている。また、内燃機関1の排気通路10は排気バルブ4bを介して燃焼室5と連通し、その下流側には図示しない三元触媒と消音器が設けられている。

【0018】前記吸気側カムシャフト2a及び排気側カムシャフト2bはクランクシャフト11により図示しないタイミングベルトを介して駆動され、その回転に伴って前記吸気バルブ4aと排気バルブ4bをそれぞれ開閉駆動する。吸気側カムシャフト2aにはVVT12(可変バルブタイミングシステム)が備えられ、このVVT12によりクランクシャフト11に対する吸気側カムシャフト2aの位相が変更される。

【0019】内燃機関1を制御する電子制御ユニット(以下、単に「ECU」という)21には、前記した熱式AFM7、燃料噴射弁9及びVVT12が接続されるとともに、クランクシャフト11の回転に伴って所定周期でパルスを出力するクランク角センサ22が接続されている。

【0020】図3は本発明の一実施例である内燃機関の

空燃比制御装置の上限ガード値を算出するためのマップを示す説明図である。

【0021】そして、ECU21はクランク角センサ22のパルスから算出した機関回転数Neや図示しない吸気圧センサにて検出された吸気負圧等に応じてVVT12を駆動し、吸気側カムシャフト2aの位相を変更して吸気タイミングを制御する。図に示すように、本実施例では吸気タイミングがABDC20°CA、50°CA、80°CA、110°CA(共に吸気バルブ4aの閉時期で表す)の4段階に制御され、例えば、内燃機関1の高回転域では、吸気タイミングを小さな値に制御してオーバーラップを増加させ、低回転域では、大きな値に制御してオーバーラップを減少させる。

【0022】また、ECU21は熱式AFM7の出力電圧Vから吸入空気量Qaを算出し、その吸入空気量Qaや機関回転数Ne等に基づいて燃料噴射量TAUを算出する。そこで、以下にこの燃料噴射量TAUの算出処理を詳述する。

【0023】図4は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置のECUが実行する燃料噴射量算出ルーチンを示すフローチャート、図5は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置の吸入空気量に対する上限ガード値の設定状態を示す説明図である。

【0024】なお、従来技術で説明したように、VVT12により吸気タイミングを変更すると内燃機関1の充填効率が変化するため、図5に示すように、実際の吸入空気量GN $\alpha$ (実線で示す)と熱式AFM7にて計測された計測空気量GN $\beta$ (二点鎖線で示す)とは4段階に増減する。

【0025】図に示すルーチンは内燃機関1を制御するためのメインルーチンでコールされたときに実行される。ECU21はステップS1で熱式AFM7の出力電圧Vを取り込み、予め図示しないROMに記憶されたマップに基づいて、出力電圧Vからその時点の吸入空気量Qaを算出する。次いで、吸入空気量Qaの総和 $\Sigma Qa$ を機関回転数Neで除算して平均化し、1回転当たりの補正前計測空気量GN $\gamma$ を求める。更に、ステップS3で補正前吸入空気量GN $\gamma$ に補正係数KFLCを加算して計測空気量GN $\beta$ を求める。周知のようにこの補正係数KFLCは、熱式AFM7の特性による計測空気量GN $\beta$ の落込み(図5にBで示す領域)を補正するためのものである。

【0026】その後、ECU21はステップS4で機関回転数Neと現在の吸気タイミングとを取り込み、ステップS5でこれらの機関回転数Ne及び吸気タイミングからROMに記憶された図3に示すマップにしたがって上限ガード値GNMAXを算出する。つまり、この図3のマップでは、図5に示すようにVVT12により制御された4段階の吸気タイミング毎にそれぞれ上限ガード値GNMAXが設定されており、ステップS5でその時

点の吸気タイミングに対応する上限ガード値GNMAXが算出されるのである。

【0027】次いで、ステップS6で計測空気量GNβが上限ガード値GNMAX以上( $GN\beta \geq GNMAX$ )であるか否かを判定し、上限ガード値GNMAX以上のときにはステップS7で計測空気量GNβを上限ガード値GNMAXに制限してステップS8に移行する。また、計測空気量GNβが上限ガード値GNMAX未満のときには直接ステップS8に移行する。更に、ステップS8で計測空気量GNβに補正係数KTPを乗算して基本燃料噴射量Tpを求め、ステップS9で基本燃料噴射量Tpに各種補正係数のトータル値FTOTALを乗算して最終的な燃料噴射量TAUを求める。そして、算出された燃料噴射量TAUに基づきECU21により燃料噴射弁9の噴射量が制御され、内燃機関1が運転される。

【0028】このように吸気タイミングに応じて上限ガード値GNMAXが算出されるため、吸気タイミングの変更に伴い内燃機関1の充填効率が変化して実際の吸入空気量GNαが増減したときには、それに応じた適切な上限ガード値GNMAXが設定される。したがって、上限ガード値GNMAXが過大に設定されて計測空気量GNβの過大計測を防止しきれなかったり、逆に、上限ガード値GNMAXが過小に設定されて計測空気量GNβを過剰に制限してしまうという事態を防止でき、常に正確な計測空気量GNβを得ることが可能である。

【0029】しかも、吸気タイミングに応じて適用する上限ガード値GNMAXを変更するだけのため、簡単な制御で実現可能である。

【0030】以上のように本実施例では、内燃機関M1として内燃機関1が機能し、吸入空気量計測手段M2として熱式AFM7が、燃料供給量制御手段M3としてステップS8及びステップS9の処理を実行するECU21が、ガード値記憶手段M4としてROMが、上限ガード手段M5としてステップS4乃至ステップS7の処理を実行するときのECU21がそれぞれ機能する。

【0031】このように本実施例の内燃機関の空燃比制御装置は、VVT12にて制御された4段階の吸気タイミング毎に上限ガード値GNMAXを記憶するROMと、現在の吸気タイミングを判定して対応する上限ガード値GNMAXをROMから選択し、熱式AFM7にて計測された計測空気量GNβを上限ガード値GNMAXにより制限するECU21を具備している。

【0032】したがって、吸気タイミングに応じた適切な上限ガード値GNMAXを設定して、常に正確な計測空気量GNβを得ることができ、高精度の空燃比制御を実現することができる。しかも、吸気タイミングに応じて適用する上限ガード値GNMAXを変更するだけの簡単な制御で実現でき、極めて安価なコストで製造することができる。

【0033】ところで、上記実施例では、VVT12にて吸気タイミングを制御する内燃機関1に適用される空燃比制御装置として具体化したのが、バルブタイミングやバルブリフトの変更により充填効率が変化して吸入空気量GNαが増減する内燃機関であれば、その適用対象は限定されない。したがって、例えばカムシャフトに設けられた形状の異なる複数のカムを選択的に用いてバルブを駆動し、バルブタイミングとバルブリフトを同時に変更する形式の内燃機関に適用することも可能である。

【0034】また、上記実施例では、熱式AFM7にて計測された計測空気量GNβを上限ガード値GNMAXにて制限したが、本発明を実施する場合には、これに限定されるものではなく、熱式AFMの過大計測が最終的な制御量である燃料噴射量TAUに影響するのを防止できればよい。したがって、計測空気量GNβに基づいて算出される基本燃料噴射量Tpや燃料噴射量TAUを上限ガード値により制限して、過大計測の影響を防止することも可能である。

【0035】

【発明の効果】以上のように、本発明の内燃機関の空燃比制御装置によれば、バルブタイミングやバルブリフトの現在の制御領域に応じて、ガード値記憶手段から上限ガード値が選択され、そのバルブタイミングやバルブリフトに応じた適切な上限ガード値を設定して、常に正確な吸入空気量や燃料供給量を得ることができ、高精度の空燃比制御を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の一実施例の内容を概念的に示したクレーム対応図である。

【図2】図2は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置を示す全体構成図である。

【図3】図3は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置の上限ガード値を算出するためのマップを示す説明図である。

【図4】図4は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置のECUが実行する燃料噴射量算出ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】図5は本発明の一実施例である内燃機関の空燃比制御装置の吸入空気量に対する上限ガード値の設定状態を示す説明図である。

【図6】図6は従来の内燃機関の空燃比制御装置のロットル開度に対する1回転当たりの吸入空気量の特性を示す説明図である。

【図7】図7は従来の内燃機関の空燃比制御装置の上限ガード値を算出するためのマップを示す説明図である。

【図8】図8は従来の内燃機関の空燃比制御装置のVVTによる吸気タイミングの制御状態を示すタイムチャートである。

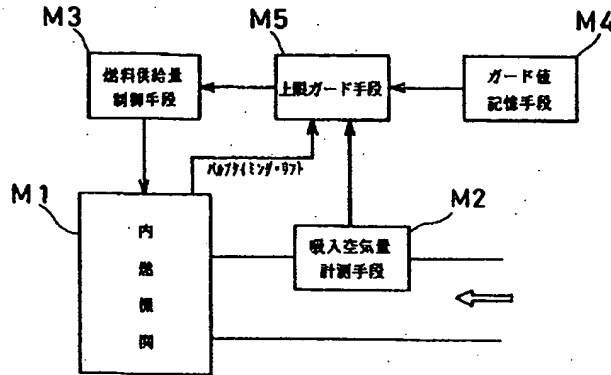
【符号の説明】

50 1 内燃機関

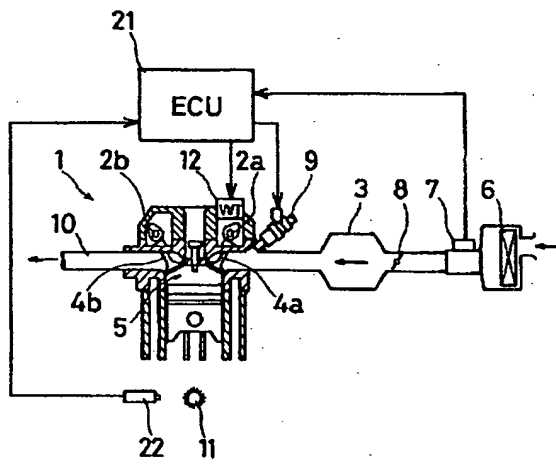
7 熱式AFM  
21 ECU  
M1 内燃機関  
M2 吸入空気量計測手段

M3 燃料供給量制御手段  
M4 ガード値記憶手段  
M5 上限ガード手段

【図1】



【図2】



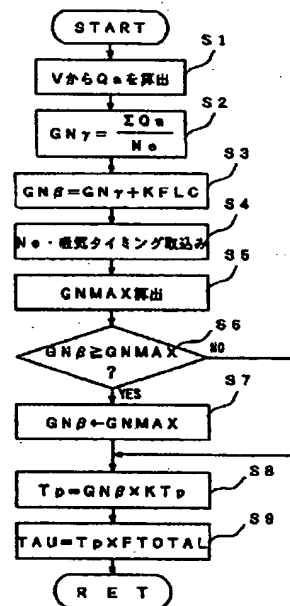
【図7】

Ne (rpm)	800	1000	1200	2000	3200	4800	6000
GNMAX (g/rev)	1.25	1.29	1.33	1.41	1.45	1.52	1.24

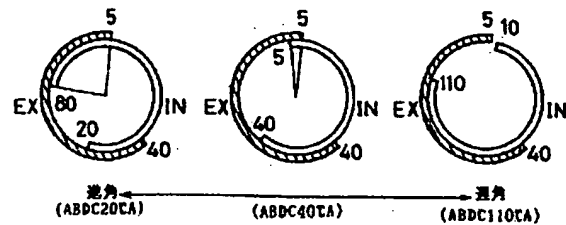
【図3】

		Ne (rpm)						
		800	1000	1200	2000	3200	4800	6000
吸気タイミング (CA)	ABDC 110	1.17	1.19	1.20	1.21	1.22	1.24	1.24
	ABDC 90	1.29	1.22	1.24	1.28	1.30	1.27	1.24
	ABDC 50	1.28	1.31	1.36	1.44	1.48	1.55	1.27
	ABDC 20	1.57	1.56	1.54	1.68	1.69	1.78	1.73

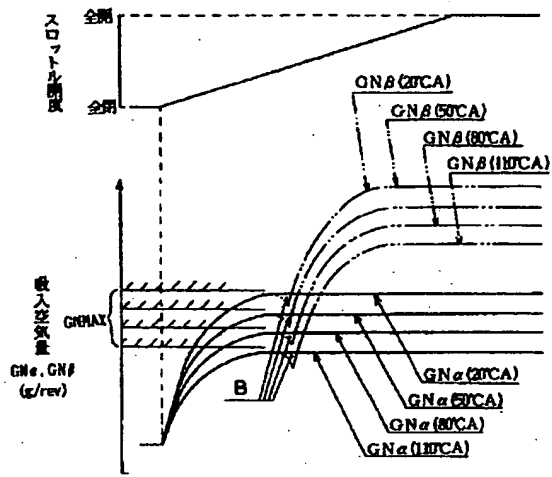
【図4】



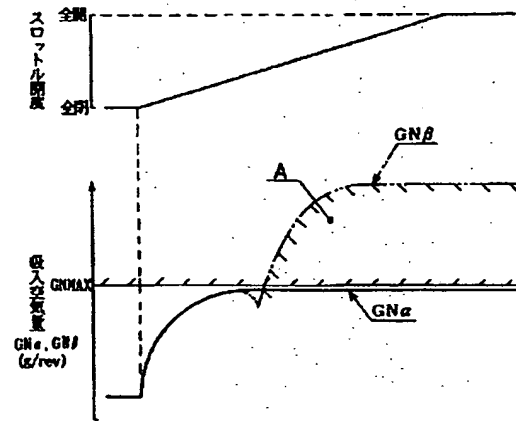
【図8】



【図5】



【図6】



(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Japanese Laid-Open Patent Application (A)

(11) Publication  
Number:

Hei 6-241097

(43) Date of

Publication: August  
30, 1994

(51) Int. Cl5 Class. Symbol Internal Reference No.				Technical indication
F02D	41/18	B	8011-3G	section
	13/02	G	7049-3G	
				Request for examination: not requested
				Number of claims: 1
				(Total of 6 pages [in the original])
(21) Application Number: Japanese Patent Application Hei 5- 27917		(71)	Applicant: 00004260 Denso Corporation 1, Showa-cho 1-chome, Kariya-shi, Aichi-ken	
(22) Filing Date: February 17, 1993		(72)	Inventor: Takashi KAJI C/O Denso Corporation 1, Showa-cho 1-chome, Kariya-shi, Aichi-ken	
		(72)	Inventor: Atsushi SUZUKI C/O Denso Corporation 1, Showa-cho 1-chome, Kariya-shi, Aichi-ken	
		(74)	Agent: Patent agent: Takemasa [or Takeyoshi] HIGUCHI	

(54) Title of the Invention:

AIR-FUEL RATIO CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57) ABSTRACT

Objective:

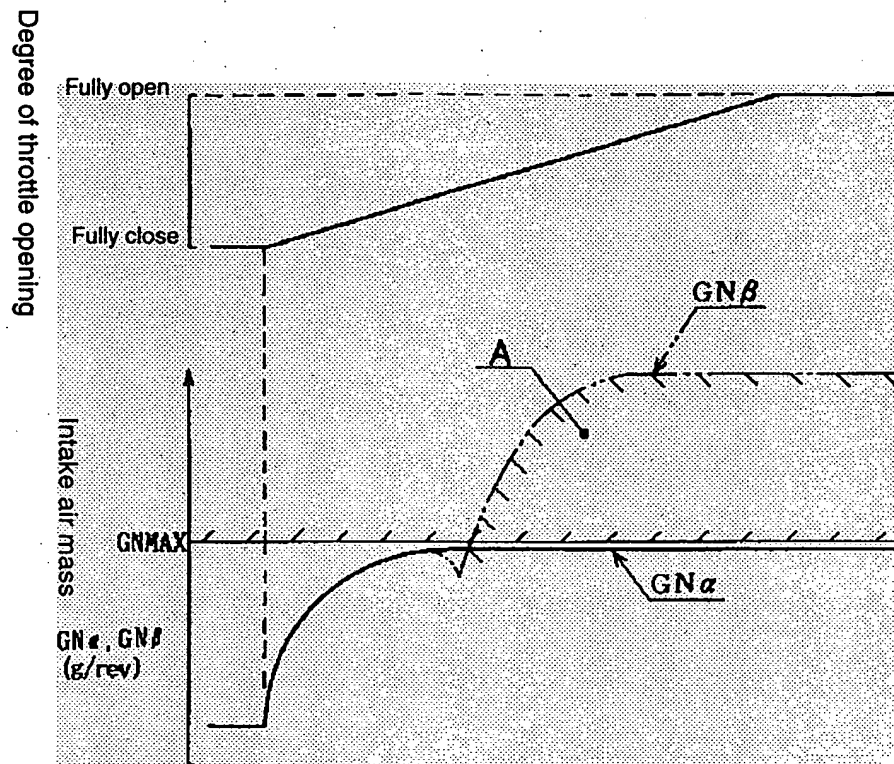
To set an appropriate upper limit guard/restriction value according to intake timing, and to realize fuel-ratio control with high accuracy.

Construction:

In order to store an upper limit guard/restriction value GNMAX per intake timing in four levels controlled by a VVT, to calculate the upper limit guard/restriction value GNMAX according to the current intake timing and to restrict measured air mass GN $\beta$ , measured by a thermal type AFM according to the upper guard/restriction value GNMAX; when



the filling efficiency of an internal combustion engine 1 is changed in accompaniment with the change of intake timing and a maximum value of actual intake air mass  $GN\alpha$  varies, it is possible to set an appropriate upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  accordingly, to obtain accurate measured air mass  $GN\beta$ .



What is claimed is:

1. A fuel-ratio controller for an internal combustion engine, wherein, in a fuel-ratio controller for an internal combustion engine to control valve timing and/or valve lift according to an operating state of the internal combustion engine, and for controlling the fuel supply to the internal combustion engine by a fuel supply control means based on intake air mass measured by an intake air mass measuring means, the fuel-ratio controller for the internal combustion engine is provided with a guard/restriction value memory means to store an upper limit guard/restriction value per pre-classified control stage of the valve timing and/or the valve lift, and, an upper limit guard/restriction means to determine the current control stage of the valve timing and/or the valve lift, to select a corresponding upper guard/restriction value, and to restrict the intake air mass measured by the intake air mass measuring means or a fuel supply controlled by the fuel supply control means according to the upper limit guard/restriction value.

## DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

[0001]

Industrial Field:

The present invention relates to a fuel-ratio controller for an internal combustion engine to control a fuel supply based on the intake air mass of the internal combustion engine measured by a heat-ray airflow meter (hereafter, simply referred to as "thermal type AFM").

[0002]

Prior art:

As a sensor to measure the intake air mass of the internal combustion engine, reference is made to a thermal type AFM that conducts electricity by establishing a heat ray within an intake path and calculates the intake air mass based on changes in resistance when the heat ray is cooled down by the intake air. Since direct flow and a back flow of the intake air cannot be discriminated in principle in this thermal type AFM, the intake air mass is excessively measured when back flow is generated.

[0003]

Fig. 6 is an explanatory chart showing the characteristics of the intake air mass per revolution relative to the degree of throttle opening in the conventional fuel-ratio controller for an internal combustion engine.

[0004]

In other words, as shown with a solid line in the chart, the intake air mass  $GN\alpha$  per revolution of the internal combustion engine rapidly increases in a region where the degree of the throttle valve opening is small, and a constant value is maintained in the region greater than this. As is well known, the intake air is supplied to the combustion engine while pulsating, and when the degree of throttle opening increases, the pulsation amplitude may increase and back flow of the intake air may be generated. Since back flow is measured in a manner similar to direct flow by the thermal type AFM, as shown by the two-dot chain line in the chart, the measured air mass  $GN\beta$  is increased compared to the actual intake air mass  $GN\alpha$ , and the excessive fuel supply is calculated, and the fuel-ratio becomes disturbed to the 'rich' side (the region indicated with A in the chart).

[0005]

Fig. 7 is an explanatory table showing a map for calculating the upper limit guard/restriction value of the conventional air-fuel ratio controller for an internal combustion engine.

[0006]

As shown in Figs. 6 and 7, an upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  is set per combustion revolution stage as a slightly greater value compared to a pre-obtained maximum value of the actual intake air mass  $GN\alpha$ , and measured air mass  $GN\beta$  over the upper guard/restriction value  $GNMAX$  is regarded as excessive measurement due to back flow, and the measured air mass  $GN\beta$  is processed to restrict to the upper guard/restriction value  $GNMAX$ .

[0007]

Problem Resolution Means:

In recent years, aiming at realizing a higher power of the internal combustion engine, and improved medium/low speed torque and idling stability, practical use has been made of technologies to control the valve timing and the valve lift in the combustion engine, such as a variable timing system (hereafter, simply referred to as "VVT").

[0008]

Fig. 8 is a time chart showing the control state of the intake timing by the VVT in a conventional fuel-ratio controller for an internal combustion engine.

[0009]

In the VVT, the phase of the intake-side camshaft relative to the crank shaft according to the number of combustion revolutions and the load state, the intake timing (opening/closing timing of the intake valve) is controlled. For example, in the high rpm stage of the combustion engine, as shown in the left side of the chart, the intake timing is

advanced to "ABDC20°CA" (indicated hereafter with the closing timing of the intake valve), and high power is achieved when the overlap of intake and exhaust is maximum. Further, in the low rpm stage including idling, as shown in the right side, [the intake timing] is delayed to "ABDC110°CA", achieving improved medium/low speed torque and idling stability, and in the intermediate revolution stage, as shown in the center of the chart, is controlled to "ABDC40°CA".

[0010]

However, when the intake timing is changed by the VVT, the intake air filling efficiency is also changed, so the maximum value of the actual intake air mass  $GN\alpha$  in  $R > 6$  shown in Fig. 6 [sic.] also varies. Therefore, the upper guard/restriction value  $GNMAX$  may be inappropriate depending upon the intake timing control state, with the deficiency that excessive measurement of the measured air mass  $GN\beta$  cannot be fully prevented, or the measured air mass  $GN\beta$  may be excessively restricted.

[0011]

The objective of the present invention is to provide a fuel-ratio controller for an internal combustion engine where an appropriate upper limit guard/restriction value is set even if the intake timing is changed, and fuel-ratio control can be realized with high accuracy.

[0012]

Problem Resolution Means:

In a fuel-ratio controller for an internal combustion engine to control the valve timing and/or the valve lift according to the operating state of an internal combustion engine M1; and concurrently to control the fuel supply to the internal combustion engine M1 by the fuel supply control means M3 based on the intake air mass measured by an intake air mass measuring means M2; the fuel-ratio controller for the internal combustion engine relating to the present invention, as shown in Fig. 1, is provided with a guard/restriction value memory means M4 to store an upper guard/restriction value per pre-classified control stage of the valve timing and/or the valve lift, and an upper limit guard/restriction means M5 to determine a current control stage of the valve timing and/or valve lift, to select a corresponding upper guard/restriction value, and to restrict the intake air mass to be measured by the intake air mass measuring means M2 or the fuel supply to be controlled by the fuel supply control means M3 according to the upper limit guard/restriction value.

[0013]

Operation:

In the present invention, the upper guard/restriction value is selected by the upper guard/restriction means M5 from the guard/restriction value memory means M4

according to the current control stage of the valve timing or the valve lift, and the intake air mass [measured] by the intake air mass measuring means M2 or the fuel supply [controlled] by the fuel supply control means M3 is restricted according to the upper limit guard/restriction value, preventing excessive measurement by the intake air mass measuring means M2 due to the back flow of the intake air.

[0014]

Because the upper limit guard/restriction value is selected according to the control stage of the valve timing or the valve lift, when the filling efficiency of the internal combustion engine M1 is changed in accompaniment with the change of the valve timing or the valve lift and the maximum value of the intake air mass varies, it is possible to accordingly set an appropriate upper limit guard/restriction value and to always obtain accurate intake air mass or fuel supply.

[0015]

Embodiment:

The fuel-ratio controller for the internal combustion engine in an embodiment of the present invention is described hereafter.

[0016]

Fig. 2 is an overall block diagram showing the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

[0017]

As shown in the diagram, internal combustion engine 1 in the present embodiment is constructed as a double overhead camshaft (DOHC) equipped with a pair of intake-side and exhaust-side camshafts 2a and 2b. An intake path 3 of the internal combustion engine 1 communicates with combustion chamber 5 via an intake valve 4a, and an air cleaner 6, a thermal type AFM 7 to measure the intake air mass, a throttle valve 8 to adjust the intake air mass and a fuel injection valve (injector) 9 to inject fuel into the intake air are established from the upstream side. Further, an exhaust path 10 of the internal combustion engine 1 communicates with the combustion chamber 5 via the exhaust valve 4b, and an un-shown three-way catalyst and silencer are established downstream.

[0018]

The intake-side camshaft 2a and the exhaust-side camshaft 2b are driven by a crank shaft 11 via an un-shown timing belt, and opening/closing of the intake valve 4a and the exhaust valve 4b is driven in accompaniment with the revolution, respectively. The intake-side camshaft 2a is provided with a VVT 12 (variable valve timing system), by

which the the phase of the intake-side camshaft 2a relative to the crank shaft 11 is changed.

[0019]

The thermal type AFM 7, the fuel injection valve 9 and the VVT 12 are connected to an electronic control unit (referred to hereafter as "ECU") 21 to control the internal combustion engine 1; and a crank angle sensor 22 to transmit the pulse at a predetermined cycle in accompaniment with the revolution of the crank shaft 11 is concurrently connected to the ECU 21.

[0020]

Fig. 3 is an explanatory table showing a map for calculating the upper limit guard/restriction value of the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

[0021]

The ECU 21 drives the VVT 12 according to the number of combustion revolutions  $N_e$  calculated from the pulse of the crank angle sensor 22 and the intake negative pressure detected by an un-shown intake pressure sensor, changes the phase of the intake-side camshaft 2a and controls the intake timing. As shown in the table, in the present embodiment, the intake timing is controlled in four levels, ABDC20°CA, 50°CA, 80°CA and 110°CA (all indicated with the closing timing of the intake valve 4a), and for example, in the high rpm stage of the internal combustion engine 1, the intake timing is controlled to be a smaller value and the overlap is increased, and in the low rpm stage, the intake timing is controlled to be a greater value and the overlap is lessened.

[0022]

Further, the ECU 21 calculates the intake air mass  $Q_a$  from the output voltage  $V$  of the thermal type AFM 7, and also calculates the fuel injection quantity  $TAU$  based on the intake air mass  $Q_a$  and the number of combustion revolutions  $N_e$ . The calculation processing for this fuel injection quantity  $TAU$  is described in detail hereafter.

[0023]

Fig. 4 is a flowchart showing a fuel injection quantity calculation routine to be executed by the ECU of the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention, and Fig. 5 is an explanatory chart showing the setting state of the upper limit guard/restriction value relative to the intake air mass of the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

[0024]

Furthermore, as explained in the section of Prior Art, if the intake timing is changed by the VVT 12, the filling efficiency of the internal combustion engine 1 is also changed, so as shown in Fig. 5, the actual intake air mass  $GN\alpha$  (indicated with a solid line) and the measured air mass  $GN\beta$  (indicated with a two-dot chain line) measured by the thermal type AFM 7 vary in four levels.

[0025]

The routine shown in the flowchart is executed when it called with a main routine for controlling the internal combustion engine 1. The ECU 21 captures the output voltage  $V$  of the thermal AFM 7 in Step S1, and calculates the intake air mass  $Qa$  at that point according to the output voltage  $V$  based on the map pre-stored in an un-shown ROM. Next, a total sum  $\sum Qa$  of the intake air mass  $Qa$  is subtracted by the number of combustion revolutions  $Ne$  and averaged, and the measured air mass before correction  $GN\gamma$  per revolution is obtained. In addition, a correction factor  $KFLC$  is added to the measured air mass before correction  $GN\gamma$ , and the measured air mass  $GN\beta$  is obtained in Step S3. As is well known, this correction factor  $KFLC$  is for correcting the decline (the region indicated with B in Fig. 5) of the measured air mass  $GN\beta$  due to the characteristics of the thermal type AFM 7.

[0026]

Subsequently, the ECU 21 captures the number of combustion revolutions  $Ne$  and the current intake timing in Step S4, and calculates the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  by following the map shown in Fig. 3, which is stored in the ROM, according to the number of combustion revolutions  $Ne$  and the intake timing. The other words, in this map shown in Fig. 3, the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  is set per intake timing in four levels controlled by the VVT 12 as shown in Fig. 5, and the upper limit guard/restriction  $GNMAX$  corresponding to the intake timing at that point is calculated in Step S5.

[0027]

Next, whether or not the measured air mass  $GN\beta$  is the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  ( $GN\beta \geq GNMAX$ ) is determined in Step S6, and when it is equal to the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  or greater, the measured air mass  $GN\beta$  is restricted to the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$  in Step S7, and [the routine] is shifted to Step S8. Further, when the measured air mass  $GN\beta$  is less than the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$ , [the routine] is directly shifted to Step S8. In addition, the measured air mass  $GN\beta$  is multiplied by a correction factor  $KTp$  and a basic fuel injection quantity  $Tp$  is obtained in Step S8, and the basic fuel injection quantity  $Tp$  is multiplied by a total value  $FTOTAL$  of various correction factors and a final fuel injection quantity  $TAU$  is obtained in Step S9. The injection quantity of the fuel injection valve 9 is controlled by the ECU 21 based on the calculated fuel injection quantity  $TAU$ , and the internal combustion engine is driven.

[0028]

Because the upper limit guard/restriction value GNMAX is calculated according to the intake timing, when the filling efficiency of the internal combustion engine 1 is changed in accompaniment with the change of the intake timing and the actual intake air mass GN $\alpha$  varies, an appropriate upper limit guard/restriction value GNMAX is set accordingly. Therefore, an occurrence where the upper limit guard/restriction value GNMAX is excessively set and the excessive measurement of the measured air mass GN $\beta$  cannot be fully prevented, or reversely, where the upper limit guard/restriction value GNMAX is under-set and the measured air mass GN $\beta$  is excessively restricted can be prevented, and it is possible to always obtain accurate measured air mass GN $\beta$ .

[0029]

In addition, since only the upper limit guard/restriction value GNMAX to be applied according to the intake timing is changed; it can be realized with a simple control.

[0030]

As described, in the present embodiment, the internal combustion engine 1 functions as the internal combustion engine M1; the thermal type AFM 7 functions as the intake air mass measuring means M2; the ECU 21 to execute the processing in Steps S8 and S9 functions as the fuel supply control means M3; the ROM functions as the guard/restriction value memory means M4; and the ECU 21 to execute the processing in Step S4 through Step S7 functions as the upper limit guard/restriction means M5.

[0031]

As described, the fuel-ratio controller for the internal combustion engine in the present embodiment is provided with the ROM to store the upper guard/restriction value GNMAX per intake timing in four levels controlled by the VVT 12, and the ECU 21 to determine the intake timing, to select the corresponding upper limit guard/restriction value and to restrict the measured air mass GN $\beta$  measured by the thermal type AFM 7 according to the upper limit guard/restriction value GNMAX.

[0032]

Therefore, the appropriate upper limit guard/restriction value GNMAX according to the intake timing is set and the accurate measured air mass GN $\beta$  can be always obtained, and the fuel-ratio control can be realized with high accuracy, with a simple control only to change the upper limit guard/restriction value to be applied according to the intake timing, and it can be manufactured at low cost.

[0033]



In the embodiment, a fuel-ratio controller to be applied to the internal combustion engine 1 to control the intake timing by the VVT 12 is realized. However, as long as the internal combustion engine where the filling efficiency is changed due to the change of the valve timing and/or the valve lift and the intake air mass  $GN\alpha$  varies, the application subject will not be limited. Therefore, for example, it is also possible to apply to another type of internal combustion engine where valves are driven by selectively using multiple cams with different configurations established in camshafts and the valve timing and the valve lift are simultaneously changed.

[0034]

Further, in the embodiment, the measured air mass  $GN\beta$  measured by the thermal type AFM 7 is restricted according to the upper limit guard/restriction value  $GNMAX$ . However the present invention is not limited to this embodiment, and another embodiment is acceptable as long as it can prevent excessive measurement by the thermal type AFM from affecting the fuel injection quantity  $TAU$ , which is a final control quantity. Therefore, it is also possible to restrict the basic fuel injection quantity  $Tp$  and the fuel injection quantity  $TAU$  calculated based on the measured air mass  $GN\beta$  according to the upper limit guard/restriction value, and to prevent the effect of excessive measurement.

[0035]

Efficacy of the Invention:

With the fuel-ratio controller for the internal combustion engine of the present invention, the upper limit guard/restriction value is selected from the guard/restriction value memory means according to the current control region of the valve timing or the valve lift; and the appropriate upper limit guard/restriction value is set according to the valve timing or the valve lift; accurate intake air mass and fuel supply can always be obtained; and fuel-ratio control can be realized with high accuracy.

## BRIEF DESCRIPTION OF DRAWING

Fig. 1 is a claim corresponding diagram showing the conceptual details of an embodiment of the present invention.

Fig. 2 is an overall block diagram showing the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

Fig. 3 is an explanatory table showing the map for calculating the upper limit guard/restriction value for the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

Fig. 4 is a flowchart showing the fuel injection quantity calculating routine to be executed by the ECU in the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

Fig. 5 is an explanatory chart showing the setting state of the upper limit guard/restriction value for the fuel-ratio controller for the internal combustion engine, in an embodiment of the present invention.

Fig. 6 is an explanatory chart showing the characteristics of the intake air mass per revolution relative to the degree of throttle opening in the conventional fuel-ratio controller for an internal combustion engine.

Fig. 7 is an explanatory table showing the map for calculating the upper limit guard/restriction value for the conventional fuel-ratio controller for an internal combustion engine.

Fig. 8 is a time chart showing the control state of the intake timing by the VVT of the conventional fuel-ratio controller for an internal combustion engine.

### Description of symbols:

1	internal combustion engine
7	thermal type AFM
21	ECU
M1	internal combustion engine
M2	intake air mass measuring means
M3	fuel supply control means
M4	guard/restriction value memory means
M5	upper limit guard/restriction means

Fig. 1

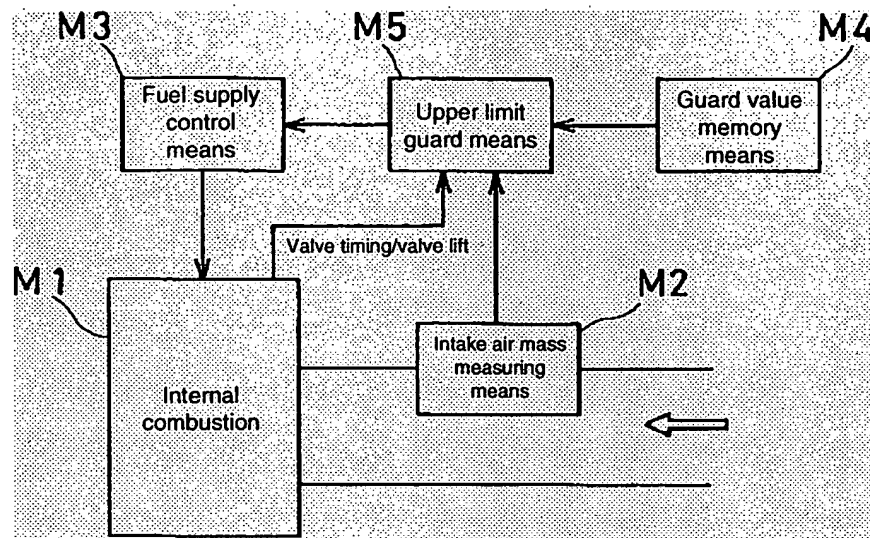


Fig. 2

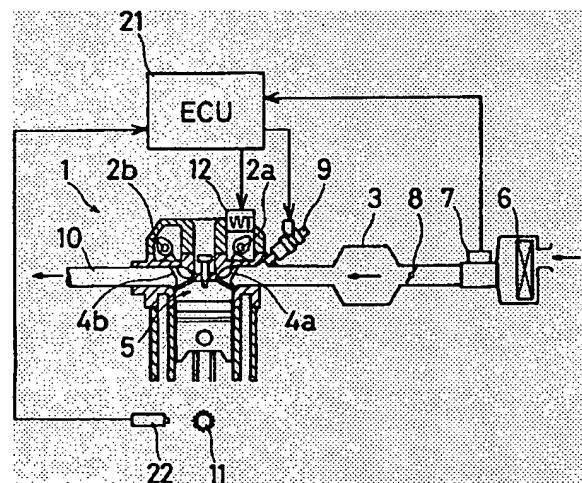


Fig. 3

		N e (rpm)						
		800	1000	1200	2000	3200	4800	6000
Intake timing (CA)	ABDC 110	1.17	1.19	1.20	1.21	1.22	1.24	1.24
	ABDC 80	1.20	1.22	1.24	1.26	1.30	1.27	1.24
	ABDC 50	1.29	1.31	1.36	1.44	1.48	1.55	1.27
	ABDC 20	1.57	1.56	1.54	1.63	1.69	1.76	1.73

Fig. 4

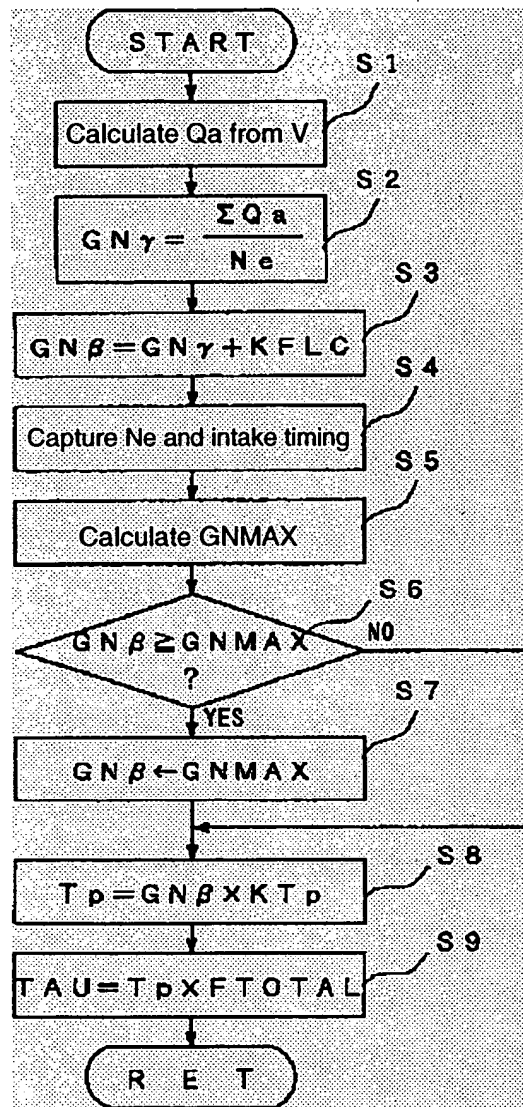


Fig. 7

Ne (rpm)	800	1000	1200	2000	3200	4800	6000
GNMAX (g/rev)	1.25	1.29	1.33	1.41	1.45	1.52	1.24

Fig. 5

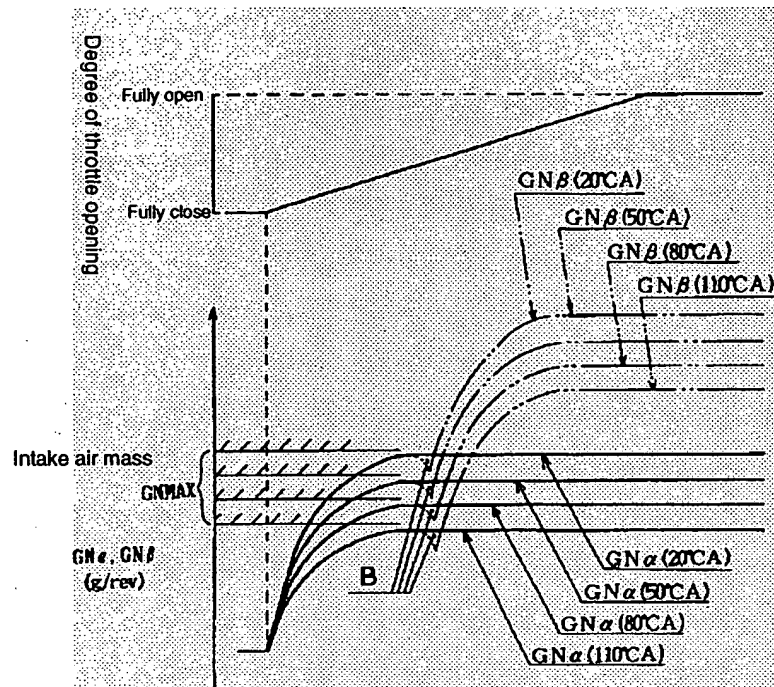


Fig. 6

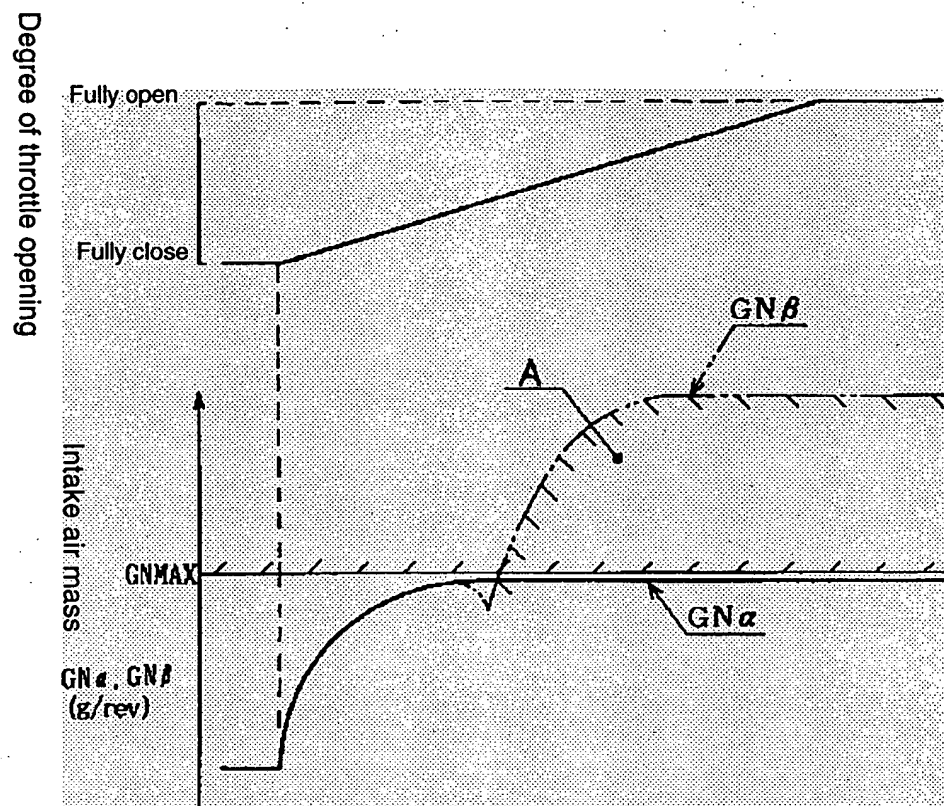
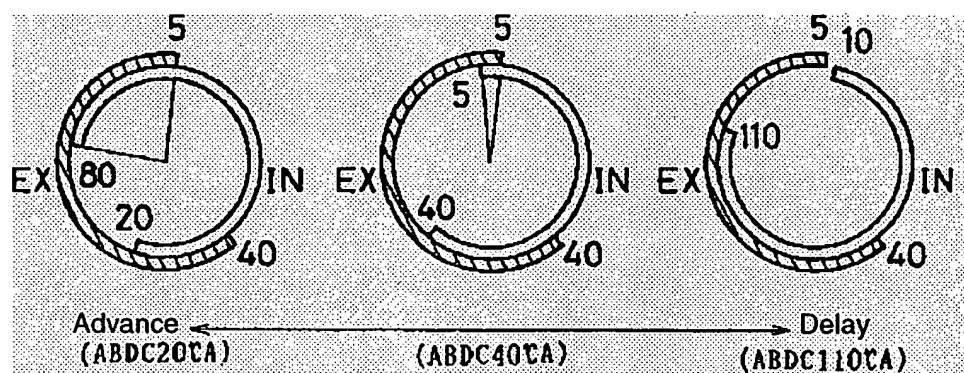


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**